

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-338910

(43)Date of publication of application : 26.11.1992

(51)Int.Cl. G02B 15/22
G02B 15/20

(21)Application number : 03-016109

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 07.02.1991

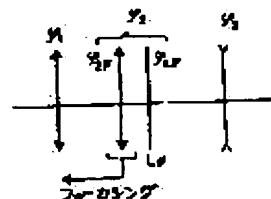
(72)Inventor : YAMANASHI TAKANORI

(54) HIGH VARIABLE POWER RATE ZOOM LENS WITH SMALL SHORT-DISTANCE ABERRATION VARIATION**(57)Abstract:**

PURPOSE: To obtain excellent performance from infinity to a short distance by stabilizing the performance of a three-group zoom lens and a four-group zoom lens in short-distance focusing.

CONSTITUTION: The zoom lens consists of a 1st positive lens group I, a 2nd positive lens group II, and a 3rd negative lens group III and the power is varied from a wide-angle end to a telephoto end by moving the respective lens groups toward an object. While the most image-side lens element LF among lens elements constituting the 2nd lens group is fixed at a constant position, the remaining lens elements of the 2nd lens group are moved toward the object and the lens system consists of the 1st positive lens group I, the 2nd positive or negative lens group II, the 3rd negative lens group III, and a 4th negative lens group IV; and the power is varied from the wide-angle end to the telephoto end by moving the respective lens groups along the optical axis respectively. The most image-side lens element LF

among elements constituting the 3rd lens group is fixed at a constant position and the remaining lens elements of the 2nd and 3rd lens groups are moved toward the object to put the lens system in focus.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-338910

(43) 公開日 平成4年(1992)11月26日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 15/22		8106-2K		
15/20		8106-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平3-16109

(22) 出願日 平成3年(1991)2月7日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 山梨隆則

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

(54) 【発明の名称】 近距離収差変動の少ない高変倍率ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 3群ズームレンズ及び4群ズームレンズにおいて、近距離フォーカシング時の光学性能を安定させ、無限遠より至近距離まで良好な性能を得る。

【構成】 正第1レンズ群I、正第2レンズ群II及び負第3レンズ群III からなり、広角端より望遠端への変倍は、各レンズ群を物体側に移動することによって行い、第2レンズ群を構成する最も像側のレンズ成分L₂を定位置に固定して、第2レンズ群の残るレンズ成分を物体側に移動すること、及び、正第1レンズ群I、正又は負第2レンズ群II、負第3レンズ群III 及び負第4レンズ群IVからなり、広角端より望遠端への変倍は、各レンズ群を各々光軸に沿って移動することによって行い、第3レンズ群を構成する最も像側のレンズ成分L₃を定位置に固定して、第2レンズ群と第3レンズ群の残るレンズ成分とを物体側に移動すること、によってフォーカシングする。

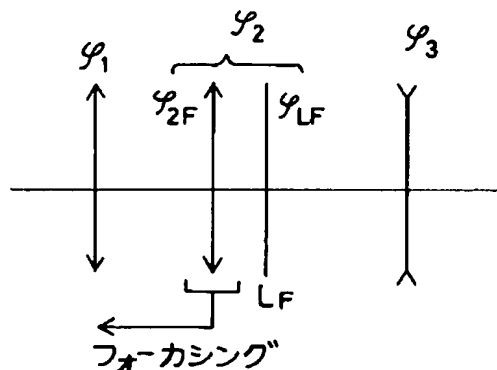


図 2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群及び負屈折力の第3レンズ群で構成され、広角端より望遠端への変倍は、各レンズ群を物体側に移動することによって行い、第2レンズ群をフォーカシングレンズ群として、この第2レンズ群を構成する最も像側のレンズ成分を定位置に固定して、第2レンズ群の残るレンズ成分を物体側に移動することによってフォーカシングするようにしたことを特徴とする近距離収差変動の少ない高変倍率ズームレンズ。

【請求項2】 物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力又は負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群及び負屈折力の第4レンズ群で構成され、広角端より望遠端への変倍は、各レンズ群を各々光軸に沿って移動することによって行い、第2レンズ群及び第3レンズ群をフォーカシングレンズ群として、第3レンズ群を構成する最も像側のレンズ成分を定位置に固定して、第2レンズ群と第3レンズ群の残るレンズ成分とを物体側に移動することによってフォーカシングするようにしたことを特徴とする近距離収差変動の少ない高変倍率ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高変倍率ズームレンズに関し、特に、近距離にフォーカシングしても収差変動が少なく最短撮影距離の短縮を図った高変倍率ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高変倍率を有するズームレンズを装備した全自動カメラは、ニューコンセプトカメラとしてその製品化に勢いを増している。その中で、変倍比が3程度を越える場合には、簡単な構成の2群ズームレンズでは実現が困難であるため、新しいレンズタイプが考案されている。

【0003】このような状況において、本出願人は、独自の4群ズームレンズ（特開昭63-43115号）から発展した高変倍率3群ズームレンズを特開昭63-153511号にて提案し、また、近距離時の収差変動を少なくするフォーカシング方法を特開平1-204013号にて提案した。

【0004】このフォーカシング方法は、近距離までのフォーカシング移動量が少なくすみ、かつ、収差変動が比較的少ないので、前記のようなズームレンズの実現には不可欠な技術であった。

【0005】ところで、従来のズームレンズのフォーカシングは、一般的に、第1レンズ群移動による方法が知られ、また、近軸解として収差変動をあまり考慮しない方法論としてのフォーカシング方法は、数多く提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】一方で、さらに至近距離短縮に対する要望があり、上記本出願人の発明において、フォーカシング移動量が大きくなる望遠端付近での収差変動を抑え、高性能化を達成するには、さらに新しい技術が必要となる。

【0007】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、本出願人提案による、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群及び負屈折力の第3レンズ群で構成された3群ズームレンズ、並びに、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力又は負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群及び負屈折力の第4レンズ群で構成された4群ズームレンズを対象にして、近距離フォーカシング時の光学性能を安定させ、無限遠より至近距離まで満足いく性能が得られるズームレンズを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の近距離収差変動の少ない高変倍率ズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群及び負屈折力の第3レンズ群で構成され、広角端より望遠端への変倍は、各レンズ群を物体側に移動することによって行い、第2レンズ群をフォーカシングレンズ群として、この第2レンズ群を構成する最も像側のレンズ成分を定位置に固定して、第2レンズ群の残るレンズ成分を物体側に移動することによってフォーカシングするようにしたことを特徴とするものである。

【0009】別の発明は、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力又は負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群及び負屈折力の第4レンズ群で構成され、広角端より望遠端への変倍は、各レンズ群を各々光軸に沿って移動することによって行い、第2レンズ群及び第3レンズ群をフォーカシングレンズ群として、第3レンズ群を構成する最も像側のレンズ成分を定位置に固定して、第2レンズ群と第3レンズ群の残るレンズ成分とを物体側に移動することによってフォーカシングするようにしたことを特徴とするものである。

【0010】

【作用】前記したように、従来、数多くのフォーカシング方法が提案されているが、実際には、収差変動の抑制が極めて重要であり、また、フォーカシングレンズ群に関わる駆動方法や制御手段も重要な意味を持っている。

【0011】本発明では、主として望遠端近傍でのフォーカシングによる球面収差と非点収差の変動を抑制することに主眼を置いており、今後の需要が予測される高変倍率化と最短撮影距離の短縮を考えたものである。すなわち、その実現方法として、ここでは、いわゆる内焦方式でフローティングの考え方を導入し、簡単なレンズ構成で収差変動の程度を小さくし、性能の安定化を意図したものである。

3

【0012】ズームレンズにおけるフォーカシングには、上記したように、第1レンズ群移動による方法が一般的であったが、近年、オートフォーカス方式が採用され、ズミング時の焦点位置移動は、電気的手段によって解決することか可能となっている。そのため、焦点位置がほぼ一定の焦点深度内に入るパワー配置の決定法や、メカニカルに焦点位置補正を実現することが技術的に可能になり、光学設計の自由度も増えていると考えてよい。

【0013】このような状況の下に、本発明では、先ず、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群及び負屈折力の第3レンズ群で構成された3群ズームレンズを対象として、収差変動なく近距離にフォーカシングする方法を検討した。また、この光学系の基本構成となった4群ズームレンズであって、上記の第2レンズ群が負の前群と正の後群でなるタイプ、並びに、第2レンズ群の前群が正の屈折力を持つ同様の光学系にも、そのフォーカシング方法が適用できることが確認された。

【0014】基本となるフォーカシング方法は、図1に示すように、正屈折力の第1レンズ群（パワーは ϕ_1 ）、正屈折力の第2レンズ群（パワーは ϕ_2 ）、及び、負屈折力の第3レンズ群（パワーは ϕ_3 ）からなる3群ズームレンズにおいて、第2レンズ群を物体側に移動することによって近距離物点にピントを合わせようとする方法である。この方法によれば、第1レンズ群と第2レンズ群間隔及び第2レンズ群と第3レンズ群間隔が変化することになり、収差の変動を補償する作用を利用することができるわけである。

【0015】一方で、至近距離をさらに短縮すると、特*30

レンズ群	表-1 無限遠物点 (∞)				
	SA3	SA5	SA7	CMA3	CMA5
1	-0.08670	-0.00974	-0.00132	0.12667	0.02527
2	-0.02523	0.04735	0.02241	-0.05921	0.00013
3	0.11403	-0.03713	-0.02335	-0.06568	-0.03619
総 和	0.00210	0.00048	-0.00226	0.00179	-0.01078
レンズ群	AST3 AST5 DIS3 DIS5				
	AST3	AST5	DIS3	DIS5	
1	-0.03661	-0.00235	0.05643	0.00245	
2	0.05276	0.00227	-0.07744	-0.00097	
3	-0.01668	-0.00010	0.04883	0.00071	
総 和	-0.00053	-0.00018	0.02782	0.00219	

【0020】次に、表-2に、図2に示す本発明の光学系において、従来のフォーカシング方法による時の近距離（-0.5m）での収差係数を示し、また、表-3には、本発明によるフォーカシング方法における近距離（-0.5m）での収差係数を示す。ここで、両者の係

レンズ群	表-2 近距離物点 (-0.5m) 従来のフォーカス方法				
	SA3	SA5	SA7	CMA3	CMA5
1	-0.05798	-0.00507	-0.00055	0.05811	0.01023
2	-0.04258	0.04639	0.02411	-0.00529	0.01410

4

* 定の焦点距離でのフォーカシングレンズの焦点距離は一定であるが、一般にフォーカシング移動量は、長焦点側で顕著に増大する。したがって、ここで、さらに工夫を加えて、収差変動を小さくする必要性が生ずることになる。

【0016】また、フォーカシングする際に、広角レンズ等で採用されているレンズ群間隔を微妙に変化させながら像面湾曲を補正するという考えは容易に発想されるが、ズームレンズの変倍のための移動とフォーカシングの移動において独立してカムを持つことは、機構上からもまた製造誤差積算面でもあまり望ましいものではない。

【0017】そこで、本発明では、図1と同様なパワー配置の3群ズームレンズにおいて、図2に示すように、フォーカシングレンズ群をなす第2群の最も像面側に、パワーが比較的小さいレンズ成分 L_2 （パワーは ϕ_{12} ）を設け、フォーカシング中にはこれを固定とし、残りのレンズ群（パワーは ϕ_{22} ）を物体側へ移動することによって、フローティングの効果を得ようとするものである。

【0018】さて、次の表-1に、変倍比がそれ程大きくはない後記の第4実施例の望遠端における無限遠物点に対する各レンズ群の収差係数を示し、基準値とする。表-1において、SA3、SA5、SA7は、それぞれ3次、5次、7次の球面収差係数であり、CMA3、CMA5は、それぞれ3次、5次のコマ収差係数であり、AST3、AST5は、それぞれ3次、5次の非点収差係数であり、DIS3、DIS5は、それぞれ3次、5次の歪曲収差係数である（以下、同じ。）。

【0019】

数の比較を厳密に収差レベルで行えるように、高次収差係数も併記した。これらの表の各群の固有係数と像面での総和から、無限遠物点の状態と近距離での性能変化を評価することができるわけである。

【0021】

5	6
3	0.08671 -0.02459 -0.01352 -0.04602 -0.03094
総 和	-0.01385 0.01674 0.01004 0.00680 -0.00661
レンズ群	AST3 AST5 DIS3 DIS5
1	-0.01779 -0.00093 0.03657 0.00110
2	0.03422 0.00135 -0.06202 -0.00039
3	-0.01551 -0.00001 0.04547 0.00035
総 和	0.00092 0.00041 0.02003 0.00107

【0022】

表-3	近距離物点(-0.5m)	本発明フォーカス方法
レンズ群	SA3 SA5 SA7 CMA3 CMA5	
1	-0.05872 -0.00517 -0.00056 0.06027 0.01063	
2	-0.05737 0.04083 0.02244 0.00358 0.01954	
3	0.08715 -0.02486 -0.01334 -0.04637 -0.03083	
総 和	-0.02894 0.01080 0.00854 0.01747 -0.00067	
レンズ群	AST3 AST5 DIS3 DIS5	
1	-0.01822 -0.00096 0.03716 0.00114	
2	0.03399 0.00139 -0.06226 -0.00041	
3	-0.01553 -0.00004 0.04553 0.00037	
総 和	0.00024 0.00039 0.02043 0.00110	

【0023】これらの表より、望遠側で球面収差を初めとする高次収差の顕著な変動抑制に本発明のフォーカス方法が効果を発揮していることが明らかである。収差補正状態の差は、特に球面収差で顕著である。表-2では3次に比べて高次(SA5、7)が大きく、全体のバランスが崩れている。これに対して、表-3ではそのようなことはなく、バランスがよい。収差図で示すと、それ*

$$\phi_{L1F}/\phi_F < 1.5$$

ただし、 ϕ_F は全系の広角端における屈折力(パワー)である。

【0026】この条件式(1)を外れると、このレンズ成分 L_F のパワーが大きくなり、複数の枚数のレンズで構成する必要が生ずる。この結果として、レンズ系の全長が大きくなるので望ましくない。フォーカシングレンズ群全体のパワーを大きくすることなしに構成するために、(1)式の値を適切に選択することができれば、全体の収差補正面でも極めて有利になる。このレンズ成分 L_F は、フォーカシング中に固定であるから、図4に鏡筒断面を例示するように、フォーカシングユニットと別に保持するようにレンズ保持枠を構成すれば、簡単に実現し得る。ここで、図4の構成と作用を簡単に説明しておく。

【0027】第1群の各レンズ14は、レンズ保持枠1に固定されている。第2群のレンズ成分 L_F を除く各レンズ15は、レンズ保持枠4に固定されている。さらに、第3群の各レンズ16も同様にレンズ保持枠7に固定されている。第2群のレンズ成分 L_F は、レンズ保持枠Aに固定されている。レンズ保持枠1は移動枠10に固定される。移動枠10にはピン3、レンズ保持枠Aにはピン6、レンズ保持枠7にはピン9が、それぞれ植立されている。固定枠11には、光軸方向の長孔が設けら

20 * ぞれ図3のAとBようになる。図のAでは、高次の影響で+側へ倒れ、他の収差との釣り合いもよくない。

【0024】このとき、第2群の最も像面側に配置するレンズ成分 L_F のパワー ϕ_{L1F} については、以下の範囲の値で使用することが望ましい。

【0025】

・・・(1)

れていて、各ピン3、6、9がその中を軸方向に摺動自在になっている。カム環(ズーム環)12には、ズーム用カム溝が設けられていて、カム環12を軸のまわりに回動させることにより、各ピン3、6、9が動き、それに応じて各群がズーム軌跡を描いて動くことにより、ズームが行われる。

【0028】ところで、レンズ保持枠Aにはフォーカシングロッド13が取り付けられていて、フォーカシングロッド13はレンズ保持枠4に設けられた孔に嵌入している。フォーカシングロッド13周囲に巻き付けられたバネ17により、レンズ保持枠4をレンズ保持枠Aに押し当てており、ズームの際には、両者が一緒に動くようになっている。

【0029】フォーカシングの際には、図示しないフォーカス部材がフォーカス用モータにより動かされて、レンズ保持枠4を左方へ押し、レンズ保持枠4だけがレンズ成分 L_F とは独立にフォーカシングロッド13に沿って繰り出され、フォーカシングが行われる。バネ17があるので、押すのを止めれば、レンズ保持枠4は自然に右方へ戻る。自由な前後動ができる場所で、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、正屈折力又は負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群及び負屈折力の第4レンズ群で構成された4群ズームレンズに

においても、レンズ群間隔変化に対する像面への影響は、基本的には上記3群ズームレンズと同様の光学的性質を有しており、上記のレンズ成分 L_1 と同様のレンズ成分に対して同様な方法が適用可能である。

【0030】このことを示すために、まず、図5に正屈折力の第1レンズ群（パワーは ϕ_1 ）、負屈折力の第2レンズ群（パワーは ϕ_2 ）、正屈折力の第3レンズ群（パワーは ϕ_3 ）、及び、負屈折力の第4レンズ群（パワーは ϕ_4 ）からなる4群ズームレンズを、また、図6に正屈折力の第1レンズ群（パワーは ϕ_1 ）、正屈折力の第2レンズ群（パワーは ϕ_2 ）、正屈折力の第3レンズ群（パワーは ϕ_3 ）、及び、負屈折力の第4レンズ群

（パワーは ϕ_4 ）からなる4群ズームレンズのパワー配置を示す。フォーカシングは、フォーカシングレンズ群をなす第3群の最も像面側に、パワーが比較的に小さいレンズ成分 L_3 （パワーは ϕ_{13} ）を設け、フォーカシング中にはこれを固定とし、第3群の残りのレンズ群と第2群を一体に移動することによって、同様にフローティングの効果を得る。

【0031】このことを示すために、後記する変倍比4.63の高変倍率ズームレンズの第2実施例について、上記表-1から表-3と同様な収差係数を表-4から表-6を示す。

【0032】

表-4		無限遠物点 (∞)			
レンズ群		SA3	SA5	SA7	CMA3 CMA5
1		-0.04682	-0.00671	-0.00112	0.04417 0.01216
2		0.24511	0.04398	0.00840	-0.09794 -0.02170
3		-0.25298	-0.01759	0.00057	0.10612 0.02488
4		0.05368	-0.01927	-0.00739	-0.04908 -0.01836
総 和		-0.00101	0.00040	0.00046	0.00327 -0.00303
レンズ群		AST3	AST5	DIS3	DIS5
1		-0.01074	-0.00012	0.02040	0.00018
2		0.01932	0.00035	-0.01654	-0.00016
3		0.00084	0.00005	-0.01358	0.00001
4		-0.00940	-0.00012	0.01614	-0.00003
総 和		0.00000	0.00016	0.00643	-0.00001

【0033】

表-5		近距離物点 (-0.5m)			従来のフォーカス方法
レンズ群		SA3	SA5	SA7	CMA3 CMA5
1		-0.03080	-0.00323	-0.00039	0.01211 0.00400
2		0.22231	0.04147	0.00851	-0.06510 -0.01445
3		-0.23046	-0.01451	0.00078	0.09470 0.02065
4		0.03604	-0.01075	-0.00342	-0.03104 -0.01387
総 和		-0.00291	0.01297	0.00548	0.01067 -0.00368
レンズ群		AST3	AST5	DIS3	DIS5
1		-0.00358	-0.00002	0.01217	0.00009
2		0.01239	0.00018	-0.01157	-0.00010
3		-0.00167	0.00000	-0.01034	0.00005
4		-0.00882	-0.00014	0.01415	-0.00007
総 和		-0.00168	0.00002	0.00440	-0.00003

【0034】

表-6		近距離物点 (-0.5m)			本発明フォーカス方法
レンズ群		SA3	SA5	SA7	CMA3 CMA5
1		-0.03159	-0.00336	-0.00041	0.01392 0.00440
2		0.22281	0.04140	0.00846	-0.06560 -0.01453
3		-0.24356	-0.01785	0.00011	0.10232 0.02389
4		0.03658	-0.01094	-0.00332	-0.03169 -0.01381
総 和		-0.01577	0.00925	0.00484	0.01894 -0.00005
レンズ群		AST3	AST5	DIS3	DIS5
1		-0.00375	-0.00002	0.01245	0.00009
2		0.01251	0.00018	-0.01170	-0.00010

9					
3	-0.00194	0.00001	-0.01045	0.00004	
4	-0.00883	-0.00014	0.01423	-0.00007	
総和	-0.00201	0.00003	0.00454	-0.00003	

10

【0035】これらの表は、本発明のフォーカシング方法の効果を明確に示すものである。特に高次球面収差の変動が抑止できる。すなわち、表-5、6においては、表-1~3の場合に比較してより高変倍ズームレンズなので、フォーカシング方法による差がより明確になる。表-5では、高次球面収差が非常に大きく、収差図で示すと、図7Aに示すように、収差カーブは右側へ大きく倒れてしまう。表-6においては、全体のバランスがとれており、図7Bに示す収差図にもそれが現れている。

【0036】そして、この場合、第2レンズ群と第3レンズ群は、フォーカシング時には一体で移動することを基本としており、第2-3群のズームカム機構を独立に物体側に繰り出すことで、近距離物点に合焦させることになる。したがって、第2-3群は、フォーカシングのみ一体化する別の機構によって実現し得る。また、フィールドフラットナーの作用を有する固定レンズ成分 L_7 は、第3群の最も像面側に配置され、フォーカシング時は特定の位置に固定され移動はしない。一方で、ズーム時には、第3レンズ群の一部として、第3レンズ群の残りの構成レンズ成分と共に移動することになる。な*

$$\begin{aligned} 0.4 < \phi_1 / \phi_v < 1.25 \\ 1.1 < \phi_{12} / \phi_v < 3.0 \\ 1.5 < \beta_{3T} / \beta_{3v} < 4.0 \end{aligned}$$

ただし、 ϕ_1 は、第1レンズ群の屈折力

ϕ_v は、広角端での全系の屈折力

ϕ_{12} は、広角端での第1、第2レンズ群の合成屈折力

β_{3v} は、広角端での第3レンズ群の近軸横倍率

β_{3T} は、望遠端での第3レンズ群の近軸横倍率

である。

【0040】また、4群ズームレンズについては、上記の(3)式の ϕ_{12} は、以下の関係で表現することにより、同様の関係として考えることができる。

【0041】

$$\phi_2 = \phi_2 + \phi_3 - e'_{23} \phi_2 \phi_3$$

$$\phi_{12} = \phi_1 + \phi_2 - e'_{12} \phi_1 \phi_2$$

ここで、 ϕ_2 、 ϕ_3 は、便宜上、それぞれ4群ズームレンズの第2群と第3群のパワー、 e'_{23} はそれらの間の間隔とし、 ϕ_2 はこの第2群と第3群の合成パワーである。また、 e'_{12} は、第1レンズ群と上記により合成された群との間の間隔である。

【0042】ただし、4群ズームレンズでは、3群ズームレンズの第2群に相当する第2群と第3群の間のレンズ群間隔が可変となっていることに留意する必要がある。この関係から、4群ズームレンズでは、望遠端ではレンズ系全長がより短く構成し得るのである。

【0043】上記(2)式は、第1レンズ群のパワーを規定するもので、変倍比が小さい場合は、特にこの値は

*お、前記条件式(1)はこの4群ズームレンズにも適用されるものである。

【0037】一方、収差補正面では、上記レンズ成分 L_7 に像面の平坦性を補正する作用があるため、特定の焦点位置に限らずレンズ成分 L_7 の前までで像面湾曲がある程度大きく発生するような収差バランスであっても、このレンズ成分 L_7 により像面平坦性を得ることが可能であり、収差補正上の負担が少なくすむことになる。この点は大きなメリットとなり、従来、遠方の物点に対しては性能がよく、近距離物点になると性能劣化が顕著であったズームレンズの欠点を改善するという点で、大きな意味を持っている。特に、一眼レフレックスカメラ以外の用途の光学系では、光学性能面では妥協される傾向にあったが、本発明によると、設計面で大きな改善を行い、性能面の余裕を与えることで、製品化時に満足の得られる画質を提供することが可能である。

【0038】また、本発明のフォーカシング方法を適用したズームレンズは、以下の近軸的条件式を満足することが望ましい。

【0039】3群ズームレンズについては、

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

大きくし得る。また、こうした条件下では、第1レンズ群を特殊低分散ガラス材料からなる単レンズで構成することにも可能である。条件式(2)の下限を越えると、広角側での倍率色収差に難点を残すこととなる。また、上限を越えると、第1レンズ群の変倍時の移動量が增大するので、望遠端でのレンズ系全長が長くなり好ましくない。また、第1レンズ群と第3レンズ群の変倍時の移動量を同じくしてレンズ枠構成を簡単化するような光学系設計に制約が生ずることにもなる。

【0044】上記(3)式により、第1レンズ群と第2レンズ群の合成パワーを規定しており、カメラの大きさを決定する広角端でのレンズ系全長に関係するものである。このタイプの光学系の全長短縮には、第2レンズ群のサイズに依存するところが大きく、第1レンズ群のパワーが(2)式の範囲で決定された後に、(3)式により第2レンズ群のパワーと第1、第2レンズ群間の主点間隔が決定される。この条件式(3)の下限値を越えると収差補正面で難が生じ、小型化の目的に対して構成レンズ枚数や新素材等の使用が必然的となるため、望ましくない。また、収差補正上有利になる上限値を越えると、変倍時の移動量とレンズ系全長が大きくなり、小型化する本発明の主旨から逸脱することになる。

【0045】上記(4)式は、本発明を適用する光学系に特徴的な第3レンズ群(4群ズームレンズでは、第4

レンズ群)の変倍時の倍率負担について、望遠端と広角端での値の比として制限した式である。この下限値よりも大きく下回る場合には、本発明のズームレンズタイプより構成が簡単なズーム方式による方がむしろ適している(ただし、超広角を広角端とする場合は、必ずしもこのようには言えない。)。また、上限値を越えると、機構構成上から、製造誤差感度が機械加工精度を越えるレベルとなることが考えられ、口径比も小さくなり、レンズ系としての実用性を配慮した結果、与えられた制限である。

【0046】

【実施例】次に、本発明の第1～6実施例について説明する。各実施例のレンズデータは後記するが、第1実施例は、焦点距離が39mm～148mmの光学系であり、このクラスではかなりの高変倍率ズームレンズに属するものである。そのため、変倍時の収差変動ばかりでなく、フォーカシング時の収差変動が小さく抑えられていないと、製品化しても性能面での不満足に結び付き、市場で受け入れられないことになる。図8に広角端と望遠端のレンズ断面図を示すように、レンズ群I～IIIからなる3群ズームレンズであり、第2レンズ群中の最も像面側に位置するレンズ成分L₂が、フォーカシング時の収差変動を抑える目的で配置されており、第2レンズ群IIの中のレンズ成分L₂以外、他のレンズ成分をフォーカシング時に繰り出すことにより、近距離物点へ合焦することができる。この時のレンズ成分L₂の焦点距離f_{L2}は、f_{L2}≒∞、つまり、このレンズ成分L₂はほぼパワーレスのレンズ成分であることがわかる。広角端、中間焦点距離及び望遠端において、無限遠物点時及び近距離-2.0mでの球面収差、非点収差、倍率色収差及び歪曲収差を各々対比して図14に示す。

【0047】さて、この第1実施例に戻ると、広角端でのレンズ系全長(第1面からフィルム面までの距離)が約82mm弱であり、望遠端での球面収差が近距離で若干ではあるがその輪帯で大きくなっているものの、非点収差の変動がこれと同様であることにより、光学性能は安定して良好である。

【0048】また、第3レンズ群中には樹脂による非球面の使用を行っており、像面湾曲の補正に大きな効果を得ている。なお、非球面を第2レンズ群中に用いると、球面収差の補正に効果を得ることができることは明らかである。

【0049】第2実施例は、焦点距離38mm～176mmのレンズ群I～IVからなる4群ズームレンズ光学系であり、変倍比を若干上げて望遠端での口径比を小さくするようにしたものである。レンズ系の構成は、第1実施例とほぼ同様である。図9にレンズ断面図を示し、図15に無限遠物点と-2.0m近距離物点に対応する図14と同様の収差図を示す。フォーカシングについては、図5に示す方法で行う。この時のf_{L2}=-199

8.96である。収差図から明らかなように、収差変動は小さく抑えられている。特に望遠端での近距離はバランスが良好であり、高倍率撮影に有効である。

【0050】第3実施例は、焦点距離が38.0mm～150mmのレンズ群I～IVからなる4群ズームレンズ光学系であり、通常の撮影を満たす範囲で高性能化と汎用性を備えたズームレンズを意図したものである。図10にレンズ断面図を、図16に収差図を示す。レンズ系の構成は、ほぼ前記実施例と同様である。収差図から、何れの焦点域でも近距離であっても、光学性能が安定して実用化レベルにあることがわかる。本実施例の特徴は、望遠端における口径比が大きくなっていることである。

【0051】第4実施例では、焦点距離が36.2mm～131mmのレンズ群I～IIIからなる3群ズームレンズ光学系であり、変倍比を小さくしたことで、変倍域で安定した性能を得ることができる。図11にレンズ断面図を、図17に収差図を示す。この時、レンズ成分L₁の焦点距離は、f_{L1}=-5459.76である。

【0052】第5実施例では、焦点距離が29.2mm～54mmのレンズ群I～IVからなる4群ズームレンズ光学系であり、広角端の画角が広く、この焦点距離での倍率色収差補正に難点が生ずることがあり、そのため、本実施例では図12に示す構成をとり、非球面の有効利用をすることで、高性能化を狙っている。この例も4群ズームレンズであり、第7面(第2レンズ群II中)と第18面(第4レンズ群IV中)に非球面を採用している。この時のf_{L1}=77.294であり、これまでの実施例と比較してよりパワーが大きく、収差補正面で各焦点位置での補正作用も担っている。図18に収差図を示すように、各焦点距離と近距離での収差バランスが良好であり、収差変動は極めて小さいことがわかる。

【0053】第6実施例は、焦点距離36mm～131.5mmの光学系をレンズ群I～IVからなる4群ズームレンズで構成した例であり、第2レンズ群IIと第3レンズ群III間の間隔の変倍時の変化量が小さいことから、収差補正面でこの点が寄与しており、容易に3群ズームレンズに構成できると推察できるように、基本的には、同様の効果が得られることがわかる。ここで、図13にレンズ断面図を、図19に収差図を示す。

【0054】次の、各実施例のレンズデータを示すが、以下において、記号は、上記の外、fは全系の焦点距離、F_{no}はFナンバー、ωは半画角、f_Bはバックフォーカス、r₁、r₂…は各レンズ面の曲率半径、d₁、d₂…は各レンズ面間の間隔、n_{d1}、n_{d2}…は各レンズのd線の屈折率、ν_{d1}、ν_{d2}…は各レンズのアッペ数であり、また、非球面形状は、光軸方向をx、光軸に直交する方向をyとした時、次の式で表される。

【0055】
$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - P(y^2/r^2)\}^{1/2}]$$

$$+A_4 y^4 + A_5 y^5 + A_6 y^6 + A_{10} y^{10}$$

*は非球面係数である。

ただし、 r は近軸曲率半径、 P は円錐係数、 A_4 、 A_5 、 A_6 * 【0056】

第1実施例

f	=	39.0~	80.9~	148.5		
$F_{\Sigma 0}$	=	4.58~	6.20~	8.68		
ω	=	28.9~	14.9~	8.3°		
f_s	=	9.68~	40.53~	91.44		
r_1	=	-316.3761	d_1	= 1.3400	n_{d1}	=1.83400 ν_{d1} =37.16
r_2	=	37.7799	d_2	= 0.8432		
r_3	=	55.0945	d_3	= 3.1600	n_{d2}	=1.61405 ν_{d2} =54.95
r_4	=	-586.4745	d_4	= 0.1847		
r_5	=	29.8948	d_5	= 4.9000	n_{d3}	=1.53996 ν_{d3} =59.57
r_6	=	-115.6637	d_6	= (可変)		
r_7	=	-37.4745	d_7	= 1.1800	n_{d4}	=1.78590 ν_{d4} =44.18
r_8	=	21.1223	d_8	= 0.9701		
r_9	=	36.2884	d_9	= 2.6500	n_{d5}	=1.78472 ν_{d5} =25.71
r_{10}	=	-45.5730	d_{10}	= 2.3180		
r_{11}	=	-22.6975	d_{11}	= 1.3000	n_{d6}	=1.63854 ν_{d6} =55.38
r_{12}	=	-27.7381	d_{12}	= 4.0650		
r_{13}	=	∞ (絞り)	d_{13}	= 4.0859		
r_{14}	=	-182.3473	d_{14}	= 2.0800	n_{d7}	=1.68893 ν_{d7} =31.08
r_{15}	=	-194.6074	d_{15}	= 0.4088		
r_{16}	=	100.1782	d_{16}	= 2.3800	n_{d8}	=1.54739 ν_{d8} =53.55
r_{17}	=	-36.4417	d_{17}	= 1.3474		
r_{18}	=	112.2452	d_{18}	= 1.2900	n_{d9}	=1.78472 ν_{d9} =25.71
r_{19}	=	19.0879	d_{19}	= 4.2650	n_{d10}	=1.58313 ν_{d10} =59.36
r_{20}	=	-28.1382	d_{20}	= 1.6500		
r_{21}	=	-20.0777	d_{21}	= 1.7100	n_{d11}	=1.72600 ν_{d11} =53.56
r_{22}	=	-20.7925	d_{22}	= (可変)		
r_{23}	=	-42.0853	d_{23}	= 3.1200	n_{d12}	=1.84666 ν_{d12} =23.78
r_{24}	=	-22.8307	d_{24}	= 2.3287		
r_{25}	=	-18.1063 (非球面)	d_{25}	= 0.8600	n_{d13}	=1.51742 ν_{d13} =52.41
r_{26}	=	-18.2961	d_{26}	= 1.5000	n_{d14}	=1.77250 ν_{d14} =49.66
r_{27}	=	89.0676				

ズーム間隔

f	39.0	80.9	148.5
d_6	1.430	16.102	21.503
d_{22}	20.938	9.132	2.824

第25面

$$P = 1$$

$$A_4 = 0.15094 \times 10^{-4}$$

$$A_5 = 0.36466 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = -0.40180 \times 10^{-10}$$

$$40 A_{10} = 0.56431 \times 10^{-12}$$

【0057】

非球面係数

第2実施例

f	=	38.0~	82.8~	176.0		
$F_{\Sigma 0}$	=	4.62~	7.53~	11.15		
ω	=	29.6~	14.6~	6.9°		
f_s	=	6.18~	38.03~	106.05		
r_1	=	-8204.4298	d_1	= 1.4500	n_{d1}	=1.83400 ν_{d1} =37.16
r_2	=	32.1497	d_2	= 0.8500		

(9)

特開平4-338910

15

16

$r_3 =$	47.5851	$d_3 =$	3.2000	$n_{d2} =$	1.61405	$\nu_{d2} =$	54.95
$r_4 =$	-1942.9777	$d_4 =$	0.2150				
$r_5 =$	26.3265	$d_5 =$	5.0000	$n_{d3} =$	1.53996	$\nu_{d3} =$	59.57
$r_6 =$	-200.2508	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	-39.1402	$d_7 =$	1.3000	$n_{d4} =$	1.78590	$\nu_{d4} =$	44.18
$r_8 =$	20.1050	$d_8 =$	0.6478				
$r_9 =$	33.8748	$d_9 =$	2.6500	$n_{d5} =$	1.78472	$\nu_{d5} =$	25.68
$r_{10} =$	-38.3830	$d_{10} =$	1.2259				
$r_{11} =$	-29.0561	$d_{11} =$	1.3000	$n_{d6} =$	1.61405	$\nu_{d6} =$	54.95
$r_{12} =$	-36.4855	$d_{12} =$	(可変)				
$r_{13} =$	∞ (絞り)	$d_{13} =$	4.0000				
$r_{14} =$	-92.6144	$d_{14} =$	2.1000	$n_{d7} =$	1.68893	$\nu_{d7} =$	31.08
$r_{15} =$	-322.7288	$d_{15} =$	0.3250				
$r_{16} =$	88.7094	$d_{16} =$	2.2000	$n_{d8} =$	1.54739	$\nu_{d8} =$	53.55
$r_{17} =$	-33.9960	$d_{17} =$	0.5862				
$r_{18} =$	209.5506	$d_{18} =$	1.3000	$n_{d9} =$	1.78472	$\nu_{d9} =$	25.71
$r_{19} =$	21.0222	$d_{19} =$	4.0000	$n_{d10} =$	1.58913	$\nu_{d10} =$	60.97
$r_{20} =$	-25.0062	$d_{20} =$	1.0000				
$r_{21} =$	-19.2691	$d_{21} =$	1.7000	$n_{d11} =$	1.74100	$\nu_{d11} =$	52.68
$r_{22} =$	-20.2562	$d_{22} =$	(可変)				
$r_{23} =$	-36.6191	$d_{23} =$	3.1500	$n_{d12} =$	1.84666	$\nu_{d12} =$	23.78
$r_{24} =$	-21.2860	$d_{24} =$	2.7816				
$r_{25} =$	-16.1349 (非球面)	$d_{25} =$	0.1000	$n_{d13} =$	1.51742	$\nu_{d13} =$	52.41
$r_{26} =$	-16.8308	$d_{26} =$	1.5000	$n_{d14} =$	1.77250	$\nu_{d14} =$	49.66
$r_{27} =$	177.9701						

ズーム間隔

f	38.0	82.8	176.0
d_6	3.294	17.217	22.350
d_{12}	4.063	4.160	3.501
d_{22}	23.438	9.675	1.988

P = 1

$$A_4 = 0.25779 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.78006 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -0.15033 \times 10^{-9}$$

$$30 \quad A_{10} = 0.17915 \times 10^{-11}$$

【0058】第3実施例

$$f = 38.0 \sim 81.5 \sim 150.0$$

$$F_{N0} = 4.62 \sim 6.24 \sim 8.81$$

$$\omega = 29.6 \sim 14.9 \sim 8.2^\circ$$

$$f_s = 9.46 \sim 41.78 \sim 93.55$$

非球面係数

第25面

$r_1 =$	-531.9150	$d_1 =$	1.4500	$n_{d1} =$	1.83400	$\nu_{d1} =$	37.16
$r_2 =$	36.7581	$d_2 =$	0.8500				
$r_3 =$	54.0975	$d_3 =$	3.2000	$n_{d2} =$	1.61405	$\nu_{d2} =$	54.95
$r_4 =$	-710.7728	$d_4 =$	0.2150				
$r_5 =$	28.8796	$d_5 =$	5.0000	$n_{d3} =$	1.53996	$\nu_{d3} =$	59.57
$r_6 =$	-126.5198	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	-35.3558	$d_7 =$	1.3000	$n_{d4} =$	1.78590	$\nu_{d4} =$	44.18
$r_8 =$	20.9761	$d_8 =$	1.0031				
$r_9 =$	40.6555	$d_9 =$	2.6500	$n_{d5} =$	1.78472	$\nu_{d5} =$	25.71
$r_{10} =$	-41.9853	$d_{10} =$	2.2155				
$r_{11} =$	-23.5923	$d_{11} =$	1.3000	$n_{d6} =$	1.63854	$\nu_{d6} =$	55.38
$r_{12} =$	-27.9570	$d_{12} =$	(可変)				
$r_{13} =$	∞ (絞り)	$d_{13} =$	4.0000				

(10)

特開平4-338910

17

18

$r_{14} =$	-167.5276	$d_{14} =$	2.1000	$n_{d7} =$	1.68893	$\nu_{d7} =$	31.08
$r_{15} =$	-192.1174	$d_{15} =$	0.3250				
$r_{16} =$	144.5763	$d_{16} =$	2.2000	$n_{d8} =$	1.54739	$\nu_{d8} =$	53.55
$r_{17} =$	-35.1160	$d_{17} =$	1.3859				
$r_{18} =$	99.6476	$d_{18} =$	1.3000	$n_{d9} =$	1.78472	$\nu_{d9} =$	25.71
$r_{19} =$	19.5849	$d_{19} =$	4.0000	$n_{d10} =$	1.58313	$\nu_{d10} =$	59.36
$r_{20} =$	-26.8188	$d_{20} =$	1.0000				
$r_{21} =$	-20.3106	$d_{21} =$	1.7000	$n_{d11} =$	1.74100	$\nu_{d11} =$	52.68
$r_{22} =$	-20.9455	$d_{22} =$	(可変)				
$r_{23} =$	-39.8644	$d_{23} =$	3.1500	$n_{d12} =$	1.84666	$\nu_{d12} =$	23.78
$r_{24} =$	-22.9355	$d_{24} =$	2.3185				
$r_{25} =$	-18.8212(非球面)	$d_{25} =$	0.8500	$n_{d13} =$	1.51742	$\nu_{d13} =$	52.41
$r_{26} =$	-19.0277	$d_{26} =$	1.5000	$n_{d14} =$	1.77250	$\nu_{d14} =$	49.66
$r_{27} =$	85.3632						

ズーム間隔

f	38.0	81.5	150.0
d_6	2.141	16.253	21.481
d_{12}	4.218	4.065	4.086
d_{22}	21.123	9.043	2.852

P = 1

$$A_4 = 0.12231 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.29324 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -0.91602 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0.62671 \times 10^{-12}$$

20 【0059】第4実施例

$$f = 36.2 \sim 68.0 \sim 131.0$$

$$F_{N0} = 3.60 \sim 5.65 \sim 7.42$$

$$\omega = 30.8 \sim 17.6 \sim 9.4^\circ$$

$$f_B = 9.78 \sim 32.68 \sim 81.23$$

非球面係数

第25面

$r_1 =$	-86.8576	$d_1 =$	0.9500	$n_{d1} =$	1.83400	$\nu_{d1} =$	37.16
$r_2 =$	41.4110	$d_2 =$	0.9080				
$r_3 =$	51.8432	$d_3 =$	3.2800	$n_{d2} =$	1.65844	$\nu_{d2} =$	50.86
$r_4 =$	-137.6627	$d_4 =$	0.1200				
$r_5 =$	33.2481	$d_5 =$	4.5600	$n_{d3} =$	1.51823	$\nu_{d3} =$	58.96
$r_6 =$	-86.0513	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	-56.6012	$d_7 =$	0.5000	$n_{d4} =$	1.78590	$\nu_{d4} =$	44.18
$r_8 =$	19.1893	$d_8 =$	0.8890				
$r_9 =$	36.0325	$d_9 =$	2.7900	$n_{d5} =$	1.78470	$\nu_{d5} =$	26.22
$r_{10} =$	-47.5157	$d_{10} =$	3.2380				
$r_{11} =$	-21.0043	$d_{11} =$	1.3300	$n_{d6} =$	1.65830	$\nu_{d6} =$	53.44
$r_{12} =$	-26.9041	$d_{12} =$	4.5520				
$r_{13} =$	∞ (絞り)	$d_{13} =$	4.1200				
$r_{14} =$	-110.2549	$d_{14} =$	2.1300	$n_{d7} =$	1.68893	$\nu_{d7} =$	31.08
$r_{15} =$	-69.7784	$d_{15} =$	0.5940				
$r_{16} =$	139.7565	$d_{16} =$	2.9700	$n_{d8} =$	1.54739	$\nu_{d8} =$	53.55
$r_{17} =$	-32.6632	$d_{17} =$	1.2060				
$r_{18} =$	161.2610	$d_{18} =$	1.1100	$n_{d9} =$	1.78472	$\nu_{d9} =$	25.71
$r_{19} =$	18.7929	$d_{19} =$	5.1500	$n_{d10} =$	1.58313	$\nu_{d10} =$	59.36
$r_{20} =$	-28.0029	$d_{20} =$	0.7190				
$r_{21} =$	-20.9845	$d_{21} =$	1.6700	$n_{d11} =$	1.74100	$\nu_{d11} =$	52.68
$r_{22} =$	-21.8084	$d_{22} =$	(可変)				
$r_{23} =$	-49.7366	$d_{23} =$	3.0300	$n_{d12} =$	1.84666	$\nu_{d12} =$	23.78
$r_{24} =$	-24.4370	$d_{24} =$	2.7250				

19

20

$r_{25} = -17.5797$ (非球面) $d_{25} = 0.6500$ $n_{d13} = 1.52492$ $\nu_{d13} = 51.77$
 $r_{26} = -18.2786$ $d_{26} = 1.0000$ $n_{d14} = 1.77250$ $\nu_{d14} = 49.66$
 $r_{27} = 71.7600$

ズーム間隔

f	36.2	68.0	131.0
d_s	0.851	15.656	21.500
d_{11}	19.185	9.463	2.639

非球面係数
第25面
P = 1

* $A_4 = 0.21637 \times 10^{-4}$ $A_6 = 0.49594 \times 10^{-7}$ $A_8 = -0.10228 \times 10^{-11}$ $A_{10} = 0.56359 \times 10^{-12}$

【0060】第5実施例

 $f = 29.2 \sim 37.0 \sim 54.0$ 10 $F_{\infty} = 4.60 \sim 5.11 \sim 6.30$ $\omega = 36.5 \sim 30.3 \sim 21.8^\circ$ $f_s = 5.02 \sim 11.53 \sim 27.41$

*

$r_1 = -26.4534$ $d_1 = 1.0000$ $n_{d1} = 1.83400$ $\nu_{d1} = 37.16$
 $r_2 = -881.8774$ $d_2 = 0.4200$
 $r_3 = -278.5753$ $d_3 = 3.6189$ $n_{d2} = 1.69680$ $\nu_{d2} = 56.49$
 $r_4 = -24.7811$ $d_4 = 0.5000$
 $r_5 = 27.8321$ $d_5 = 1.6197$ $n_{d3} = 1.69680$ $\nu_{d3} = 56.49$
 $r_6 = 67.7204$ $d_6 = \text{(可変)}$
 $r_7 = -54.9522$ (非球面) $d_7 = 3.0703$ $n_{d4} = 1.78800$ $\nu_{d4} = 47.38$
 $r_8 = 9.9882$ $d_8 = 4.4827$ $n_{d5} = 1.83400$ $\nu_{d5} = 37.16$
 $r_9 = -111.8670$ $d_9 = \text{(可変)}$
 $r_{10} = \infty$ (絞り) $d_{10} = 4.1130$
 $r_{11} = -530.8542$ $d_{11} = 3.8073$ $n_{d6} = 1.61405$ $\nu_{d6} = 54.95$
 $r_{12} = -8.8197$ $d_{12} = 0.5000$ $n_{d7} = 1.84666$ $\nu_{d7} = 23.88$
 $r_{13} = -17.3752$ $d_{13} = 0.5000$
 $r_{14} = -42.6880$ $d_{14} = 1.1971$ $n_{d8} = 1.64000$ $\nu_{d8} = 60.09$
 $r_{15} = -23.1652$ $d_{15} = \text{(可変)}$
 $r_{16} = -23.7219$ $d_{16} = 2.3041$ $n_{d9} = 1.84666$ $\nu_{d9} = 23.88$
 $r_{17} = -15.7393$ $d_{17} = 2.3156$
 $r_{18} = -14.1806$ (非球面) $d_{18} = 0.5000$ $n_{d10} = 1.64000$ $\nu_{d10} = 60.09$
 $r_{19} = -87.5074$ $d_{19} = 2.0761$
 $r_{20} = -27.9339$ $d_{20} = 0.5500$ $n_{d11} = 1.60311$ $\nu_{d11} = 60.70$
 $r_{21} = 334.4222$

ズーム間隔

f	29.2	37.0	54.0
d_s	2.369	5.929	8.888
d_9	1.915	2.040	0.500
d_{15}	11.309	7.528	2.571

非球面係数
第7面
P = 1

 $A_6 = -0.24960 \times 10^{-4}$ $A_8 = 0.97359 \times 10^{-7}$ $A_6 = -0.34211 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 0.24291 \times 10^{-10}$

第18面

P = 1

40 $A_4 = 0.76581 \times 10^{-5}$ $A_6 = -0.54028 \times 10^{-7}$ $A_8 = 0.14985 \times 10^{-8}$ $A_{10} = -0.73315 \times 10^{-11}$

【0061】第6実施例

 $f = 36.0 \sim 68.8 \sim 131.5$ $F_{\infty} = 4.62 \sim 5.80 \sim 7.50$ $\omega = 30.9 \sim 17.5 \sim 9.3^\circ$ $f_s = 9.78 \sim 34.28 \sim 83.34$

50

(12)

特開平4-338910

21

22

$r_1 =$	-179.8187	$d_1 =$	1.0919	$n_{d1} =$	1.83400	$\nu_{d1} =$	37.16
$r_2 =$	38.4651	$d_2 =$	0.8788				
$r_3 =$	49.9828	$d_3 =$	3.1628	$n_{d2} =$	1.61720	$\nu_{d2} =$	54.04
$r_4 =$	-279.9562	$d_4 =$	0.1998				
$r_5 =$	30.1522	$d_5 =$	4.7290	$n_{d3} =$	1.51823	$\nu_{d3} =$	58.96
$r_6 =$	-112.6403	$d_6 =$	(可変)				
$r_7 =$	-42.9353	$d_7 =$	0.7101	$n_{d4} =$	1.78590	$\nu_{d4} =$	44.18
$r_8 =$	19.2434	$d_8 =$	1.0696				
$r_9 =$	38.2064	$d_9 =$	2.7010	$n_{d5} =$	1.78472	$\nu_{d5} =$	25.71
$r_{10} =$	-44.0457	$d_{10} =$	2.6789				
$r_{11} =$	-21.2365	$d_{11} =$	1.2931	$n_{d6} =$	1.63854	$\nu_{d6} =$	55.38
$r_{12} =$	-27.2568	$d_{12} =$	(可変)				
$r_{13} =$	∞ (絞り)	$d_{13} =$	4.0108				
$r_{14} =$	-402.5078	$d_{14} =$	2.1024	$n_{d7} =$	1.68893	$\nu_{d7} =$	31.08
$r_{15} =$	-97.7116	$d_{15} =$	0.3479				
$r_{16} =$	107.4156	$d_{16} =$	2.6354	$n_{d8} =$	1.54739	$\nu_{d8} =$	53.55
$r_{17} =$	-33.2395	$d_{17} =$	1.5238				
$r_{18} =$	193.3836	$d_{18} =$	1.2076	$n_{d9} =$	1.78472	$\nu_{d9} =$	25.71
$r_{19} =$	18.0304	$d_{19} =$	4.6310	$n_{d10} =$	1.58313	$\nu_{d10} =$	59.36
$r_{20} =$	-27.2813	$d_{20} =$	0.9453				
$r_{21} =$	-19.4411	$d_{21} =$	1.6868	$n_{d11} =$	1.74100	$\nu_{d11} =$	52.68
$r_{22} =$	-20.1265	$d_{22} =$	(可変)				
$r_{23} =$	-47.2575	$d_{23} =$	3.0383	$n_{d12} =$	1.84666	$\nu_{d12} =$	23.78
$r_{24} =$	-23.6858	$d_{24} =$	2.4178				
$r_{25} =$	-17.7464 (非球面)	$d_{25} =$	0.7957	$n_{d13} =$	1.50137	$\nu_{d13} =$	56.40
$r_{26} =$	-18.0796	$d_{26} =$	0.6371	$n_{d14} =$	1.77250	$\nu_{d14} =$	49.66
$r_{27} =$	74.5122						

ズーム間隔

f	36.0	68.8	131.5
d_6	1.890	15.517	21.593
d_{12}	4.279	4.088	4.321
d_{22}	19.578	9.543	2.741

非球面係数

第25面

P = 1

 $A_4 = 0.19070 \times 10^{-4}$ 30 $A_6 = 0.49353 \times 10^{-7}$ $A_8 = -0.16021 \times 10^{-10}$ $A_{10} = 0.58494 \times 10^{-12}$

【0062】以上、第1実施例から第6実施例の全系の屈折力 ϕ_v 、レンズ成分 L_v の屈折力 ϕ_{Lv} 、及び、前記条件式(1)から(4)に対応するパラメータの値を次の表-7に示す。

【0063】

表-7

	ϕ_v	ϕ_{1v}	$ \phi_{1v}/\phi_v $
第1実施例	0.025630	0.000008	0.000303
第2実施例	0.026316	-0.000500	0.019000
第3実施例	0.026300	0.000545	0.020722
第4実施例	0.027641	-0.000183	0.006621
第5実施例	0.034250	0.012938	0.377752
第6実施例	0.027752	0.000062	0.002234

	ϕ_1/ϕ_v	ϕ_{12}/ϕ_v	β_{3T}/β_{3v}
第1実施例	0.45017	1.3354	3.01053
第2実施例	0.44744	2.7200	3.69834
第3実施例	0.46443	1.3358	3.08287
第4実施例	0.40948	3.2570	2.85376
第5実施例	0.41768	1.2621	1.73629
第6実施例	0.41438	1.3302	2.88442

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の近距離収差変動の少ない高変倍率ズームレンズによれば、従来の本出願人提案による高変倍率ズームレンズのフォーカシング群に、フォーカシング中固定のレンズ成分を配置することによって、近距離まで極めて安定した性能を有する光学系を容易に実現することが可能である。これにより、近距離に弱いと言われる写真カメラ用ズームレンズの性能向上が達成でき、新しい市場の開拓も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の前提の基本フォーカシング方法を説明するための3群ズームレンズのパワー配置を示すための図である。

【図2】本発明によるフォーカシング方法を3群ズームレンズに適用した場合のパワー配置を示すための図である。

【図3】3群ズームレンズに従来のフォーカシング方法を適用した場合と本発明によるフォーカシング方法を提供した場合の近距離時の収差図である。

【図4】本発明によるフォーカシング方法を採用した3群ズームレンズの鏡筒構造の1例を示す断面図である。

【図5】本発明によるフォーカシング方法を第2レンズ群が負の4群ズームレンズに適用した場合のパワー配置を示すための図である。

【図6】本発明によるフォーカシング方法を第2レンズ群が正の4群ズームレンズに適用した場合のパワー配置を示すための図である。

【図7】4群ズームレンズに従来のフォーカシング方法を適用した場合と本発明によるフォーカシング方法を提供した場合の近距離時の収差図である。

【図8】第1実施例の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【図9】第2実施例の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【図10】第3実施例の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【図11】第4実施例の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【図12】第5実施例の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【図13】第6実施例の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【図14】第1実施例の収差図である。

【図15】第2実施例の収差図である。

【図16】第3実施例の収差図である。

【図17】第4実施例の収差図である。

【図18】第5実施例の収差図である。

【図19】第6実施例の収差図である。

【符号の説明】

L₁ …フォーカシング群中のフォーカシング中固定のレンズ成分

I …第1レンズ群

II …第2レンズ群

III …第3レンズ群

IV …第4レンズ群

【図1】

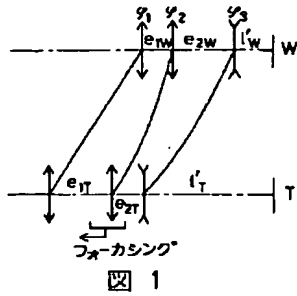


図 1

【図2】

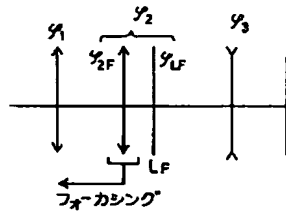
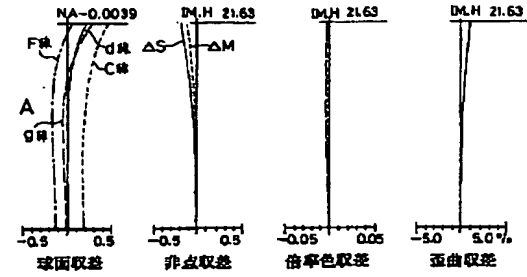


図 2

【図3】



【図5】

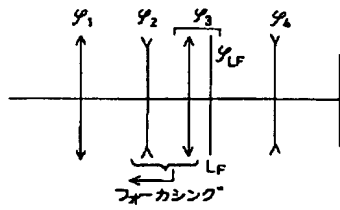


図 5

$$\begin{aligned} y_1 &> 0 \\ y_2 &< 0 \\ y_3 &> 0 \\ y_4 &< 0 \end{aligned}$$

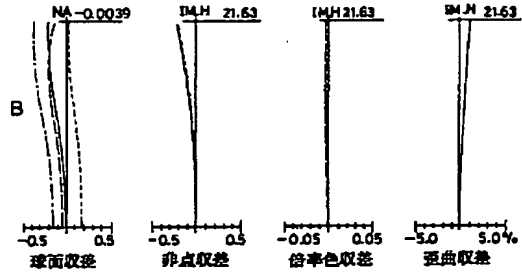


図 3

【図4】

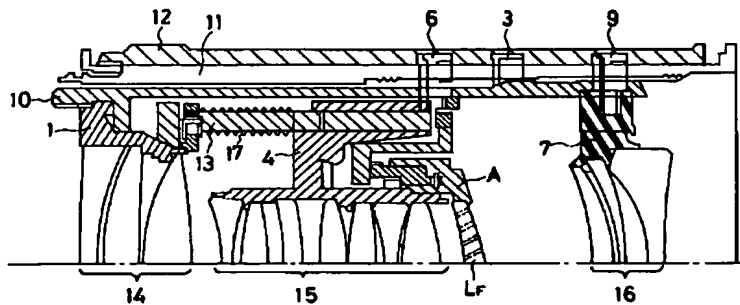


図 4

【図6】

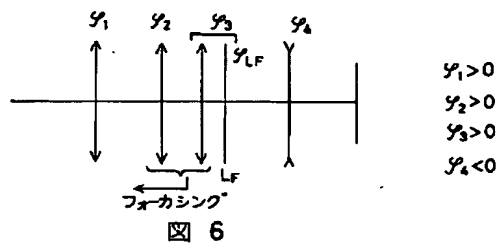


図 6

【図7】

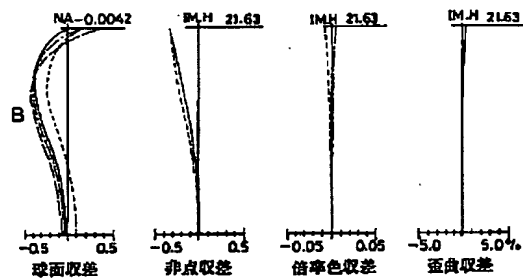
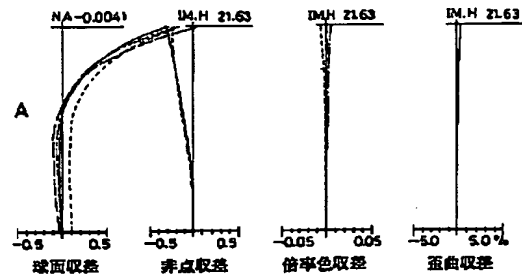


図 7

【図8】

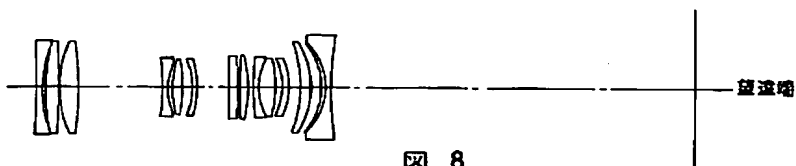
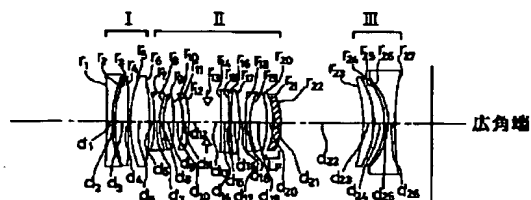


図 8

【図9】

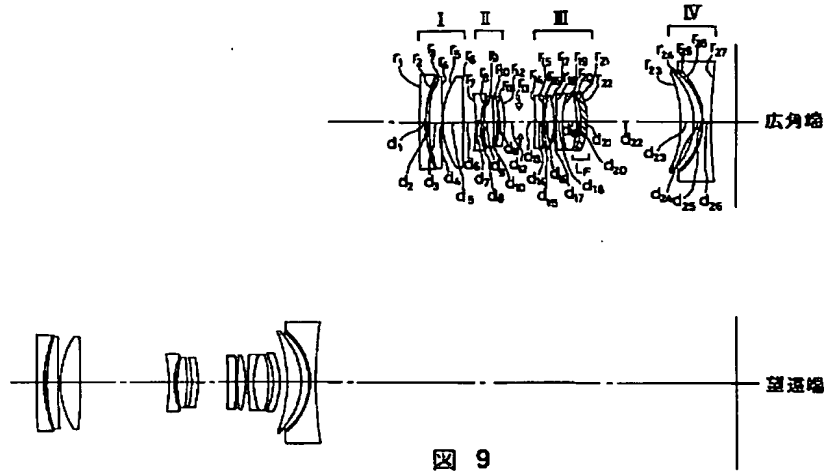


図 9

【図10】

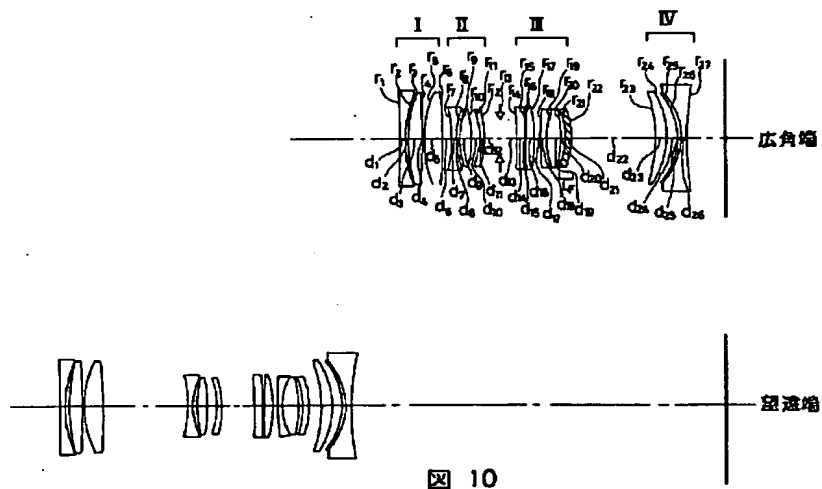


図 10

【図11】

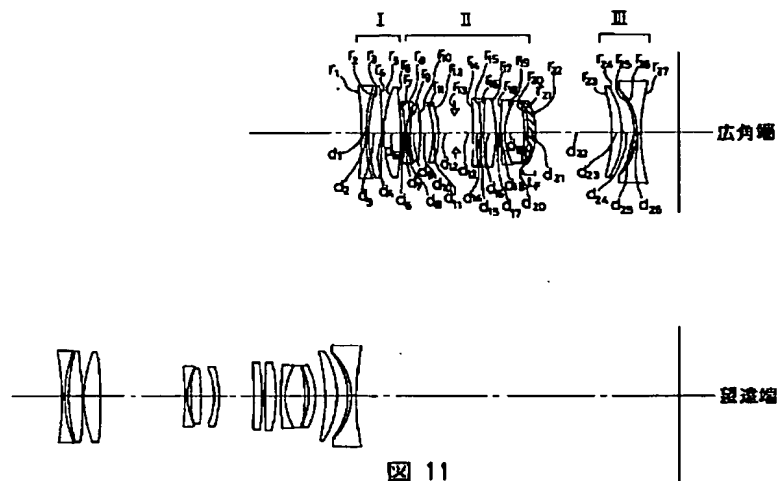


図 11

【図12】

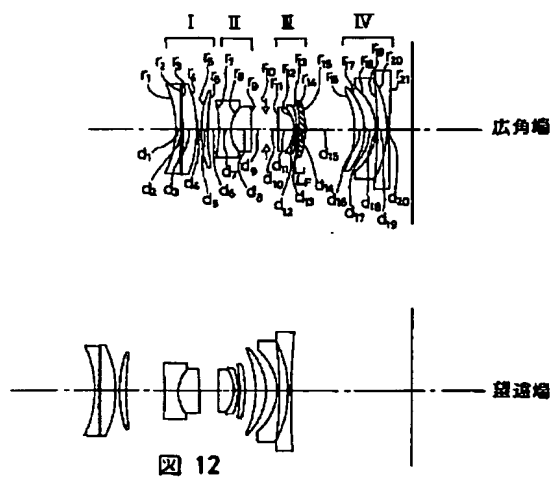


図 12

【図14A】

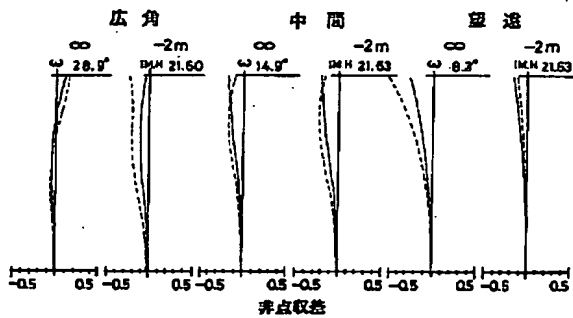
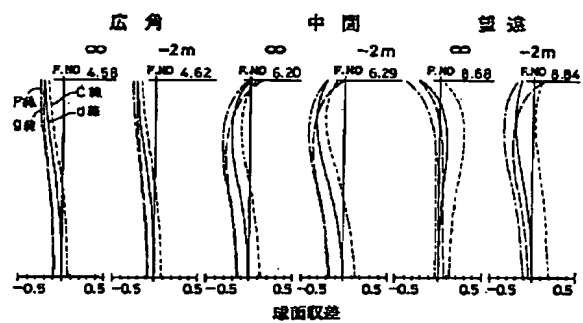


図 14A

【図13】

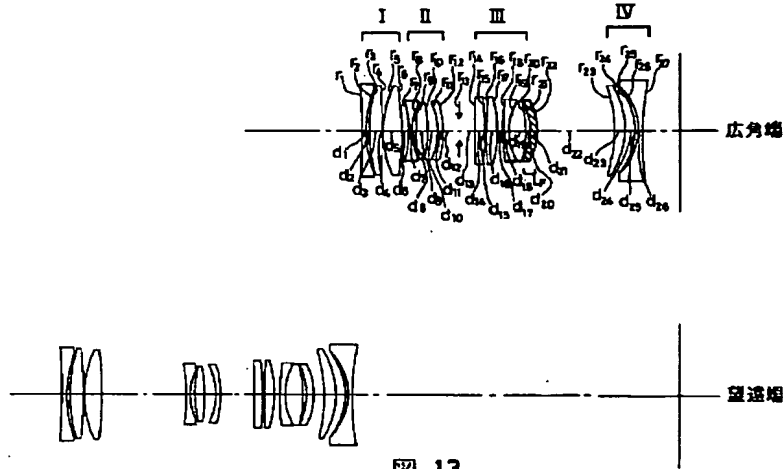


図 13

【図14B】

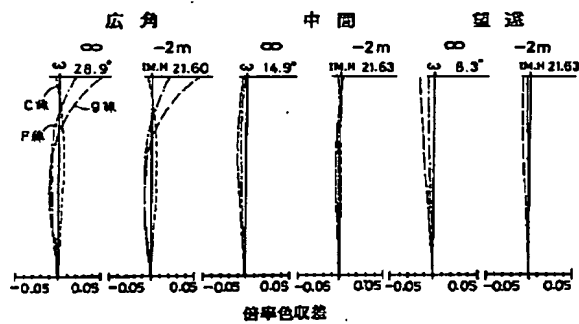


図 14B

【図15A】

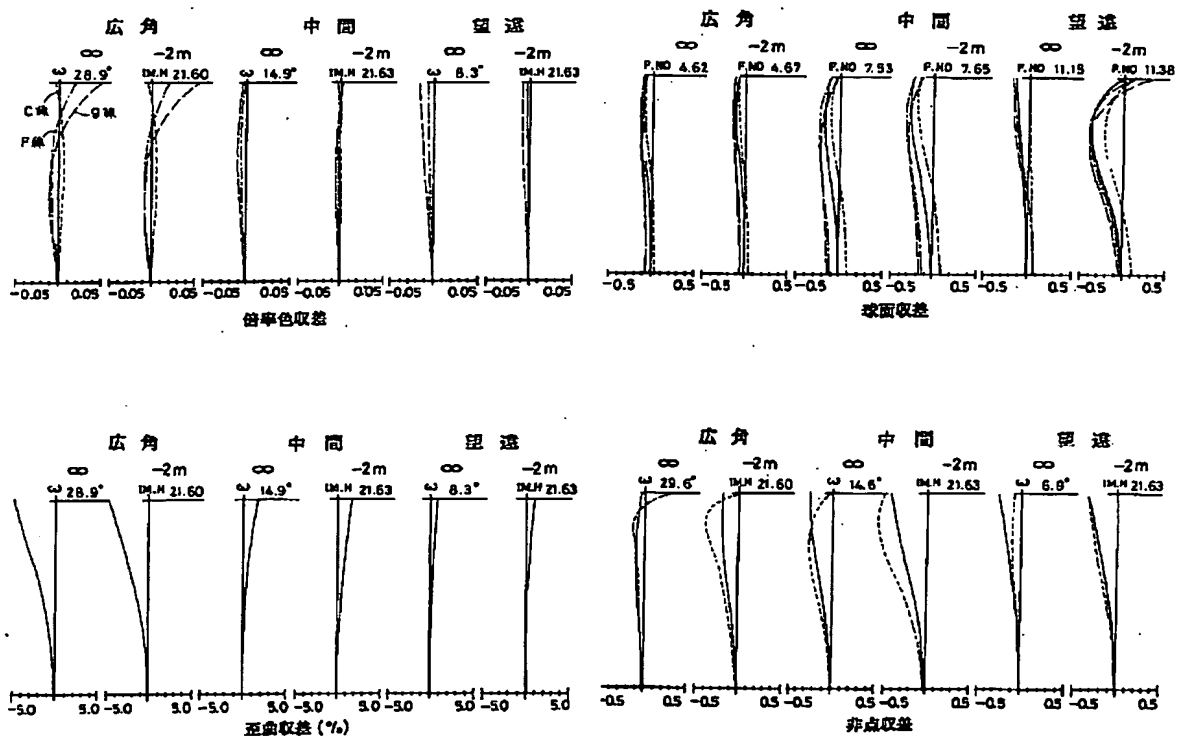


図 15A

【図15B】

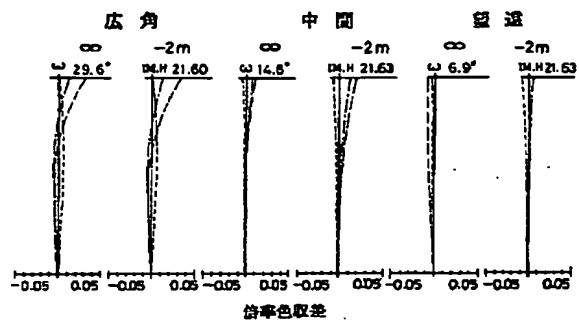


図 15B

【図16A】

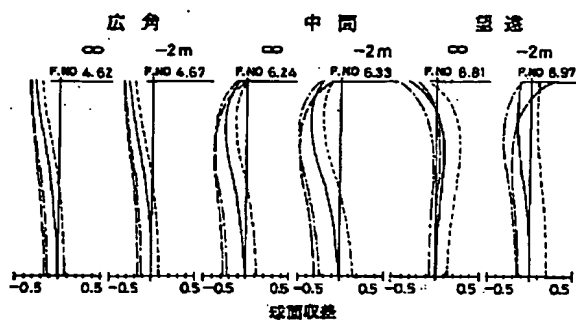
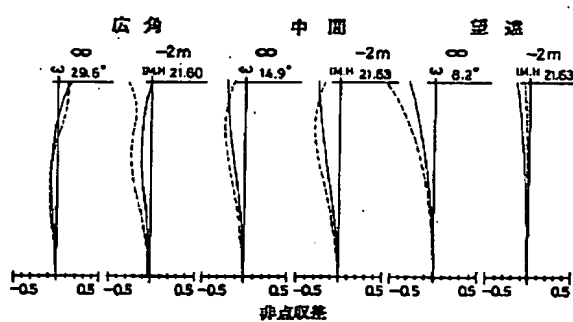
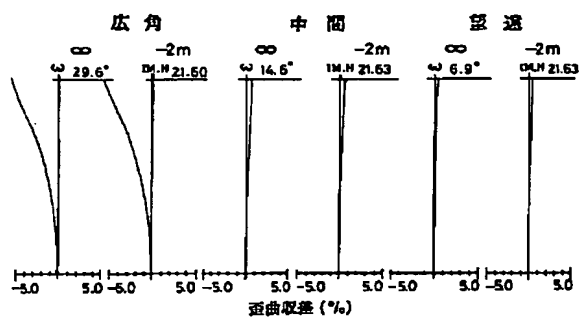


図 16A



【図16B】

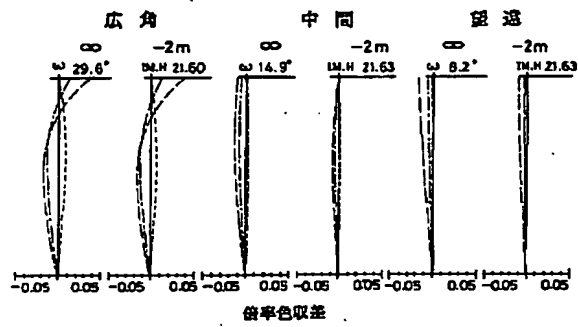


図 16B

【図17A】

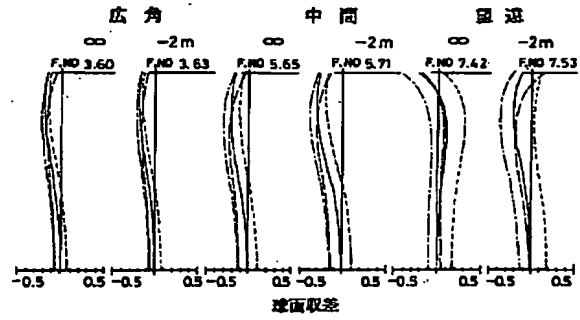
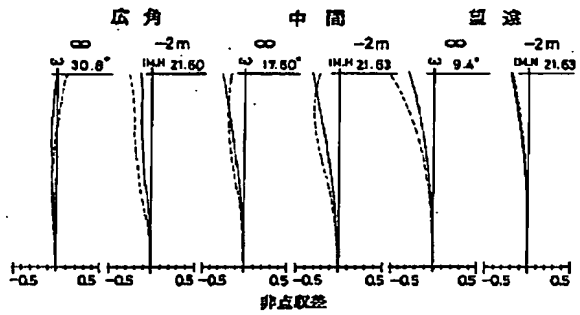
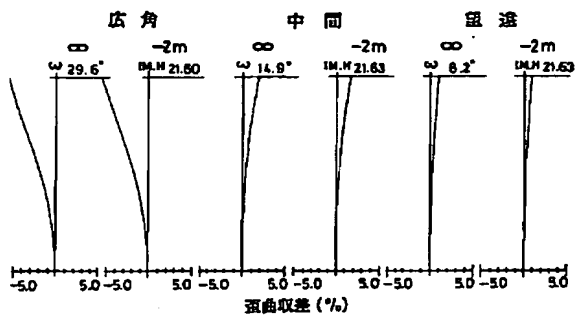


図 17A



【図17B】

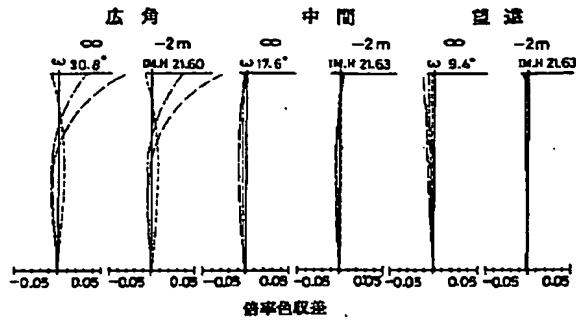


図 17B

【図18A】

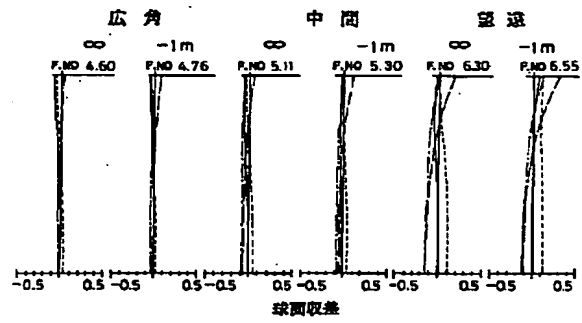
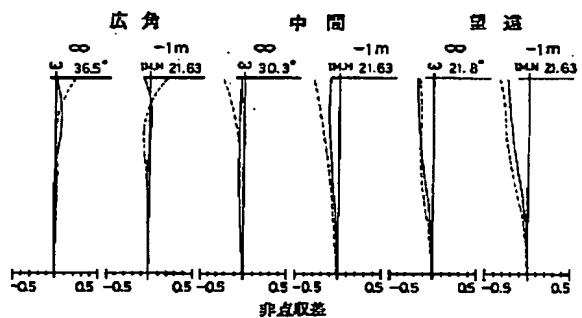
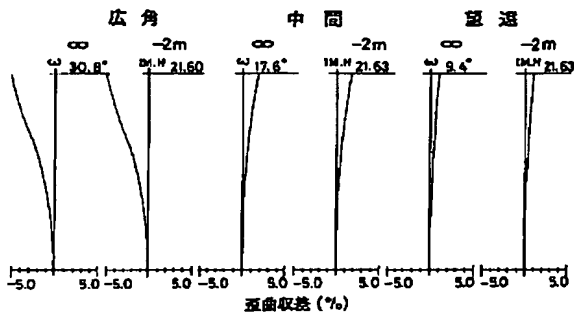


図 18A



【図18B】

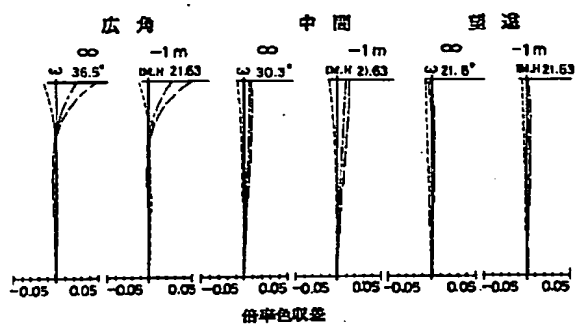


図 18B

【図19A】

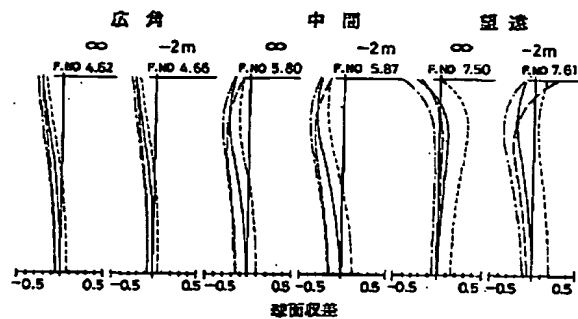


図 19A

【図19B】

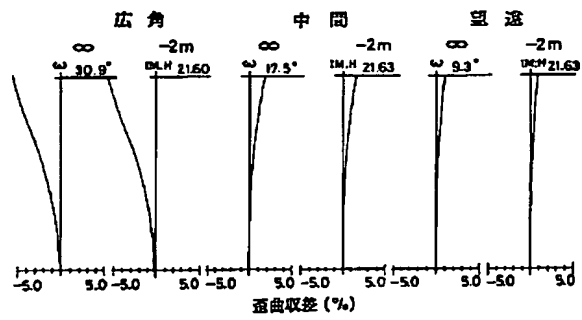
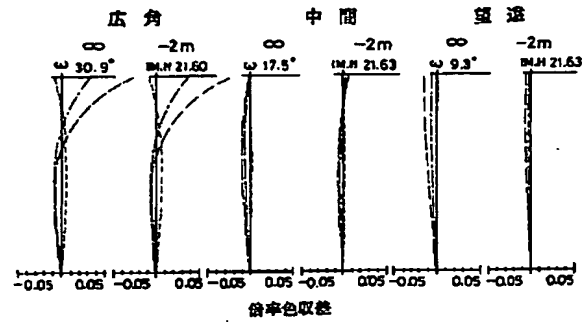


図 19B